

NOW CHARGING SUBACCOUNT 09850.002001/RAL.

FILE SEARCHED

YOU ARE NOW CONNECTED TO WPAT.

(C) DERWENT INFORMATION LIMITED, ALL RIGHTS RESERVED.

COVERS 1963 THRU WEEKLY UPDATE 9902/UP, 9902/UPEQ, 9902/UPA, 9902/UPB  
AND WPI 9851/UPEQ.

ENGLISH ABSTRACT FOR DE 2751846

-1- (WPAT)

ACCESSION NUMBER 78-E6501A/24

TITLE Equalisation of inertial forces in reciprocating  
engine - uses offset compensating masses to counter  
engine torque and swash plate forces

DERWENT CLASSES Q51 Q52 Q56 Q63 Q66

PATENT ASSIGNEE (BIER/) BIERI H; (BOSS/) BOSSHARD E

INVENTORS BIERI H, BOSSHARD E

PRIORITY 76.12.06 76CH-015323

NUMBERS 5 patent(s) 5 country(s)

PUBLICATION DETAILS DE2751846 A 78.06.08 \* (7824)

SE7713329 A 78.07.03 (7829)

FR2372996 A 78.08.04 (7836)

GB1595600 A 81.08.12 (8133)

CH-624451 A 81.07.31 (8134)

SECONDARY INT'L. CLASS. F01B-003/02 F02B-075/26 F04B-027/08 F16F-015/26  
F16K-015/00

ABSTRACT DE2751846 A

Equalisation of inertial forces in a reciprocating engine with a swash plate (12) shaft (23) and several linearly moving pistons, connecting rods and linkages, (2, 3) is achieved by using equally large compensating forces in the form of masses (28, 34) which are located offset to one another and rotate coaxially to the shaft. In this way the torque (C) generated by the engine parts is compensated by a counter-torque (F) created by the rotating masses (28, 34).

The swash plate itself is compensated by further equalising masses. All these masses are arranged both sides of a transverse plane (T) running at right angles to the shaft axis through the point of intersection (P) between swash plate axis (y) and shaft axis (x).

⑤

Int. Cl. 2:

**F 16 F 15/26**

⑬ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DE 27 51 846 A 1**

⑩

# **Offenlegungsschrift 27 51 846**

⑪

Aktenzeichen:

**P 27 51 846.3**

⑫

Anmeldetag:

**19. 11. 77**

⑬

Offenlegungstag:

**8. 6. 78**

⑭

Unionspriorität:

⑮ ⑯ ⑰

**8. 12. 76 Schweiz 15323-76**

⑱

Bezeichnung:

**Verfahren zum Ausgleich von Massenkräften bei einer Kolbenmaschine und Kolbenmaschine mit einer Taumelscheibe oder Schrägscheibe zur Durchführung des Verfahrens**

⑲

Anmelder:

**Bieri, Hans, Pfäffikon (Schweiz)**

⑳

Vertreter:

**Missling, H., Dipl.-Ing.; Schlee, R., Dipl.-Ing.; Missling, A., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte; 6300 Gießen u. 5900 Siegen**

㉑

Erfinder:

**gleich Anmelder**

**DE 27 51 846 A 1**

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Ausgleichen von Massenkraften bei einer Kolbenmaschine, mit einer Taumelscheibe oder Schrägscheibe, einer Welle und mehreren hin- und hergehenden Kolben, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die hin- und hergehend bewegten Teile (2,3,4) auf die Taumelscheibe (12) oder Schrägscheibe (42) ausgeübten Massenkraften durch koaxial zur Welle (23) umlaufende, entgegengesetzt gerichtete, gleich grosse Ausgleichskräfte (28, 34) ausgeglichen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die hin- und hergehend bewegten Teile, insbesondere Kolben, Pleuelstange, Gelenk (2,3,4) auf die Taumelscheibe (12) oder Schrägscheibe (42) ausgeübten, ein Drehmoment (C) bewirkende Massenkraften durch entgegengesetzt gerichtete, ein gleich grosses Gegendrehmoment (F) erzeugende, koaxial zur Welle (23) umlaufende Ausgleichsmassen (28, 34) ausgeglichen werden, und ausserdem die Taumelscheibe (12) bzw. die Schrägscheibe (42) selbst durch umlaufende Ausgleichsmassen (38, 39) ausgeglichen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsmassen (28, 34; 38, 39, 44, 45) beidseits einer durch den Schnittpunkt (P) zwischen Taumelscheibenaxe (y) und Wellenaxe (x) gelegten, zur Wellenaxe rechtwinklig verlaufenden Querebene (T) angeordnet werden.
4. Kolbenmaschine mit einer Taumelscheibe oder Schrägscheibe, einer Welle und mehreren hin- und hergehenden Kolben zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die hin- und hergehend bewegten Teile (2,3,4) auf die Taumelscheibe (12) oder Schrägscheibe (42) ausgeübten Massenkraften durch koaxial zur Welle (23) umlaufende, entgegen-

gesetzt wirkende, gleich grosse Ausgleichsmassen (28, 34) ausgeglichen sind.

5. Kolbenmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Taumelscheibe (12) zusätzlich mindestens eine coaxial zur Welle (23) umlaufende Zentrifugalkraft-Ausgleichsmasse (38, 39) zugeordnet ist, welche mindestens angenähert in der Ebene des Taumelscheiben-Schwerpunktes oder der Schwerpunkte (G, H) wirksam sind.

6. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsmassen (28, 34) an einer die Taumelscheibe (12) oder die Schrägscheibe (42) übergreifenden Haube (26) an diametral gegenüberliegenden Stellen axial versetzt befestigt sind.

7. Kolbenmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsmassen (28, 34, 38, 39) an der Haube (26) beidseitig einer durch den Schnittpunkt (P) zwischen Taumelscheibenaxe (y) und Wellenaxe (x) gelegten, zur Wellenaxe (x) rechtwinklig verlaufenden Querebene (T) angeordnet sind.

8. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 4-7, dadurch gekennzeichnet, dass die Taumelscheibe (12) durch eine imaginäre Querebene (Z) in einen ersten und einen zweiten Scheibenteil (12a, 12b) unterteilt ist, wobei die Querebene (Z) rechtwinklig zur Taumelscheibenaxe (y) und durch den Schnittpunkt (P) zwischen dieser und der Wellenaxe (x) verläuft, und jedem dieser beiden Scheibenteile (12a, 12b) eine Ausgleichsmasse (38, 39) zugeordnet ist, die an zueinander diametral gegenüberliegenden Stellen auf einem mit der Welle (23) umlaufenden Teil (26) in der Ebene des Schwerpunktes jedes Scheibenteiles (12a, 12b) angeordnet sind.

9. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 4-8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsmassen (28, 34) der hin- und hergehenden Teile und die Zentrifugalkraft-Ausgleichsmassen (38, 39) unter Berücksichtigung von Lage und Grösse an den sich etwa gegenüberliegenden Stellen zusammengefasst sind.

10. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 4-9, dadurch gekennzeichnet, dass die Taumelscheibe (12) in einem Drehlager (9) um eine Taumelscheiben-Längsaxe (y) zur Welle (23) relativ-verdrehbar und schräg gelagert ist, die Taumelscheibe (12) ferner durch ein Kraftübertragungs-Gelenk (20) allseitig winkelbeweglich, am Zylinderblock (1) oder Gehäuse drehsicher abgestützt ist, und der theoretische Schwenkpunkt des Kraftübertragungs-Gelenkes (20) mit dem Schnittpunkt (P) der Wellenaxe (x) und der Taumelscheiben-Längsaxe (y) zusammenfällt.

11. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 4-10, dadurch gekennzeichnet, dass an der Taumelscheibe (12) Kugelköpfe (7) befestigt sind, die mit Kugelpfannen von Kolbenstangen (3) zusammenwirken.

12. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 4-11, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) der Taumelscheiben-Längsaxe (y) relativ zur Wellenaxe (x) zwischen  $15^\circ$  und  $24^\circ$ , vorzugsweise bei etwa  $22^\circ$  liegt.

13. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 4-12, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftübertragungs-Gelenk (20) mindestens teilweise in eine zentrale Ausnehmung der Taumelscheibe (12) hineinragt und die Kolbenstangen (3) aussen kranzartig um das Gelenk (20) herum angeordnet sind.

14. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 4-13, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftübertragungs-Gelenk (20) ein Kardan-oder Kreuzgelenk ist, von dem die eine Achse (17) in einem stationären Maschinenteil (16) und die andere Achse (18) in der Taumelscheibe (12) gelagert ist (Fig. 3).
15. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 4-14, dadurch gekennzeichnet, dass die Taumelscheibe (12) und die Welle (23) oder die mit ihr verbundenen Teile durch lösbare Kupplungsorgane (13, 19) so miteinander verbunden sind, dass die Montage und Demontage ohne Relativverschiebung der beiden Baugruppen erfolgen kann.
16. Kolbenmaschine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuse (25) eine von der Gehäuseaussen- seite zugängliche Oeffnung (30) zum Taumelscheiben-Lager (9) vorhanden ist, welche eine solche Grösse hat, dass mindestens ein Verbindungs- organ (15, 19) zwischen Taumelscheibe (12) und Welle (23) durch diese Oeffnung (30) eingesetzt und entfernt werden kann.
17. Kolbenmaschine nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine in Richtung der Taumelscheiben-Längsaxe (y) heraus- ziehbare Hülse (19) in die Taumelscheibe (12) eingreift, welche die Drehkraftübertragung zwischen der Taumelscheibe (12) und einem von der Welle (23) etwa radial abragenden Teil (22) be- wirkt.

PATENT  
DIPLOMAT  
DIPLOMAT  
DIPLOMAT  
DIPLOMAT

2751846

5

6300 Lahn-Gießen 1, 17.11.1977

M/B 13.292

Hans Bieri,

Pfäffikon /ZH

Verfahren zum Ausgleich von Mass~~en~~kräften bei einer Kolben-  
maschine und Kolbenmaschine mit einer Taumelscheibe oder  
Schrägscheibe zur Durchführung des Verfahrens

---

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Ausgleichen  
von Mass~~en~~kräften bei einer Kolbenmaschine, mit einer Taumel-  
scheibe oder Schrägscheibe, einer Welle und mehreren hin- und  
hergehenden Kolben.

Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Kolbenmaschine mit  
einer Taumelscheibe oder Schrägscheibe, einer Welle und mehreren  
hin- und hergehenden Kolben zur Durchführung des Verfahrens.

809823/0626

Es sind bereits zahlreiche Vorschläge für die Ausbildung von Kolbenmaschinen mit achsparallelen Kolben und einer Taumelscheibe oder Schrägscheibe bekannt geworden. Nachteilig war, dass solche Maschinen Vibrationen erzeugten, welche ihren wirtschaftlichen Einsatz hemmten, sodass die Anwendung praktisch auf langsamlaufende Pumpen od.dgl. beschränkt blieb.

Mit der Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, eine Kolbenmaschine zu schaffen, bei der es möglich ist, die nach aussen wirkenden Kräfte vollkommen auszugleichen.

Das erfindungsgemässe Verfahren mit dem dies ermöglicht wird, ist dadurch gekennzeichnet, dass die durch die hin- und hergehend bewegten Teile auf die Taumelscheibe oder Schrägscheibe ausgeübten Massenkräfte durch koaxial zur Welle mit dieser umlaufende, entgegengesetzt gerichtete, gleich grosse Ausgleichkräfte ausgeglichen werden.

Die erfindungsgemässe Kolbenmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass die durch die hin- und hergehend bewegten Teile auf die Taumelscheibe oder Schrägscheibe ausgeübten Massenkräfte durch koaxial zur Welle umlaufende, entgegengesetzt wirkende, gleich grosse Ausgleichsmassen ausgeglichen sind.

Dadurch ist es möglich, die bei solchen Maschinen auftretenden, Vibrationen bewirkenden Massenkräfte auszugleichen, sodass solche Kolbenmaschinen auch mit hoher Drehzahl laufen können. Ausserdem wird das Auftreten von Unwuchten zweiter Ordnung vermieden.

809823/0626



In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch die Kolbenmaschine,
- Fig. 2 ein Detail der Taumelscheiben-Lagerung,
- Fig. 3 einen Schnitt durch das Kardangelen,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung des Ausgleiches der Massenkräfte herrührend von den hin- und herbewegten Teilen,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung des Ausgleiches der Zentrifugalkräfte der Taumelscheibe,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Kolbenmaschine mit Schrägscheibe und Massenausgleich.

Mit der nachfolgend beschriebenen Kolbenmaschine kann sowohl eine hin- und hergehende Bewegung in eine Drehbewegung umgewandelt werden als auch umgekehrt eine Drehbewegung in eine hin- und hergehende Bewegung. Die Kolbenkraftmaschine kann entweder ein Motor, insbesondere ein Verbrennungsmotor, ein Kompressor oder eine Pumpe für Flüssigkeiten sein.

In den Fig. 1 - 3 ist ein Kompressor dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben.

In einem stationären Zylinderblock 1 befinden sich kranzartig

angeordnet mehrere Kolben 2, die in Zylinderbohrungen 9 eine hin- und hergehende Bewegung ausführen können. Beim dargestellten Beispiel sind sechs Kolben 2 vorhanden; es könnte jedoch auch eine grössere oder kleinere Kolbenzahl vorgesehen sein. Der Zylinderblock 1 hat einen kreisförmigen Querschnitt und ist mit einem Fuss 29 oder Gehäuse starr verbunden. Auf der einen Stirnseite des Zylinderblocks 1 ist ein Zylinderkopf 31 mit nicht näher dargestellten Ventilen befestigt, welcher von konventioneller Bauart sein kann.

Jeder Kolben 2 ist mit einer Kolbenstange 3 gelenkig verbunden. Die Verbindung zwischen Kolbenstange 3 und Kolben 2 erfolgt über ein sphärisches Gelenk 4. Das andere Ende der Kolbenstange 3 enthält eine Kugelpfanne 8, welche einen Kugelzapfen 7 übergreift. Der Rand der Kugelpfanne 8 ist umgebördelt, sodass die Kolbenstange 3 relativ zum Kugelzapfen 4 beweglich bleibt. Die Kugelzapfen 7 sind je mit einem zylindrischen Befestigungsbolzen 11 verbunden, die in eine Taumelscheibe 12 eingeschraubt sind. Jede Kolbenstange 3 verbindet somit die Taumelscheibe 12 mit einem Kolben 2 über ein winkelbewegliches kraftschlüssiges Doppelgelenk.

Die Taumelscheibe 12 enthält eine Nabe 14 in die eine Buchse 19 lösbar eingesetzt ist. Die Buchse 19 durchdringt ein Drehlager 9, das starr in einer Scheibe 22 sitzt. Diese Scheibe 22 ist mit einer Welle 23 starr verbunden. Bezüglich dieser Welle 23 ist dieses Drehlager 9 exzentrisch angeordnet. Eine Schraube 13

durchdringt die Buchse 19 und greift mit ihrem Gewinde in die Nabe 14 der Taumelscheibe 12 ein. Die Taumelscheiben-Längsaxe y hat einen Winkel  $\alpha$  von  $15^\circ$  bis  $24^\circ$ , vorzugsweise etwa  $22^\circ$  zur Welle 23 bzw. zur Axe x. Das Drehlager 9 hat eine unveränderliche Neigung bezüglich der Scheibe 22. Während einer Umlaufbewegung der Scheibe 22 führt die Taumelscheiben-Längsaxe y eine Bewegung auf einem Kegelmantel aus. Die Taumelscheibe 12 kann somit um die Taumelscheiben-Längsaxe y eine Relativverdrehung bezüglich der Scheibe 22 ausführen. Die Umsetzung der Drehbewegung der Scheibe 22 in eine Taumelbewegung der Taumelscheibe 12 erfolgt somit im Drehlager 9. Anstelle des in der Zeichnung dargestellten als Gleitlager ausgebildeten Drehlagers 9 könnten auch Wälzlager vorgesehen werden oder die Relativbewegung kann in das Innere der Taumelscheibennabe 14 verlegt werden.

Die Welle 23 ist entweder die Antriebs- oder Abtriebswelle, je nachdem die Maschine als Motor oder als Pumpe oder Kompressor betrieben wird. Diese Welle 23 ist in zwei in Axialrichtung voneinander distanzierten Wälzlagern 24 gelagert. Die stationäre Abstützung der Wälzlager 24 erfolgt durch einen Lagerkörper 25, welcher mit dem Fuss 29 oder Gehäuse starr verbunden ist. Die Welle 23 und die Zylinderbohrungen 9 der Kolben 2 verlaufen achsparallel. Es wäre indessen auch möglich, dass die Zylinderbohrungen leicht divergieren oder konvergieren. Die geometrische Axe x der Welle 23 und die Taumelscheiben-Längsaxe y schneiden sich in einem Punkt P, der sich zwischen dem Lager 24 und dem

Zylinderblock 1 befindet.

Zwischen der Taumelscheibe 12 und dem Zylinderblock 1 bzw. dem Gehäuse ist ein Kraftübertragungs-Gelenk 20 angeordnet. Dieses Gelenk 20 hat die Aufgabe, eine Drehbewegung der Taumelscheibe 12 relativ zum Zylinderblock 1 zu verhindern, gleichzeitig aber eine Taumelbewegung der Taumelscheibe 12 zuzulassen und Massenkkräfte abzustützen. Wenn sich die Welle 23 dreht, führen somit die Kolben 2 translatorische Bewegungen aus.

Das Kraftübertragungs-Gelenk 20 ist als Kardangelenke oder Kreuzgelenke ausgeführt.

Das Kraftübertragungs-Gelenk 20 muss zur Aufnahme allseitiger Winkelverlagerungen geeignet sein. Es hat zwei zueinander senkrecht stehende Schwenkachsen 17, 18, die durch einen die Kraftübertragung vermittelnden Koppelring 15 verbunden sind.

Die eine Schwenkachse 18 greift in die Taumelscheibe 12 ein und die andere, um 90° versetzte Schwenkachse 17 wird in einem stationären, zentralen Zapfen 16 gehalten. Der Zapfen 16 verläuft koaxial zur Längsaxe x und ist mit dem Zylinderblock 1 starr verbunden oder besteht mit diesem aus einem Stück. Zur Zentrierung des Koppelringes 15 sind auf die Schwenkachsen 17, 18 Zentrierringe 21 aufgeschoben. Das Gelenk 20 ist in einer zentralen Vertiefung der Taumelscheibe 12 versenkt angeordnet, um die Baulänge zu verkürzen. Der theoretische Schwenkpunkt

809021/0626

dieses Gelenkes 20 liegt im Punkt P und fällt mit dem Schnittpunkt der geometrischen Achse x der Welle 23 und der geometrischen Taumelscheiben-Längsachse y zusammen. Die Mittelpunkte aller Kugelgelenke 7, mit welchen die Kolbenstangen 3 mit der Taumelscheibe 12 verbunden sind, liegen in einer gemeinsamen Querebene z, die rechtwinklig zur Achse y und ebenfalls durch den Punkt P verläuft oder von diesem nur wenig distanziert ist. Dadurch können die von den Kolbenstangen 3 ausgeführten Winkelausschläge klein gehalten werden. Das Gelenk 20 fixiert die Taumelscheibe 12 sowohl in radialer als auch in axialer Richtung und nimmt auf die Taumelscheibe einwirkende Kräfte auf. Da sich das Gelenk 20 zentral innerhalb des Kranzes der Kolbenstangen 3 befindet, kann es sehr gedrängt gebaut werden. Die Reibungsverluste im Kardangelenk 20 sind klein, da die Achsen keine vollen Drehbewegungen, sondern nur geringe Schwenkwinkel ausführen.

Bei einer raschen Drehbewegung der Welle 23 erzeugen die Taumelscheibe 12 und die hin- und herbewegten Teile Massenkräfte, die es auszugleichen gilt, wenn an der Maschine Vibrationen vermieden werden sollen. Zu diesem Zwecke ist an der Scheibe 22 ein sich in Axialrichtung erstreckender Rohrteil 27 vorhanden, welcher zusammen mit der Scheibe 22 eine die Taumelscheibe 12 übergreifende Haube 26 bildet. An dieser Haube 26 werden Gegengewichte angebracht, die bezüglich Lage und Grösse so gewählt werden, dass die entstehenden Massenkräfte ausgeglichen werden.

Die Haube 26 kann zudem auch als Schwungrad ausgebildet werden. Dabei wirken auf die Taumelscheibe 12 zwei verschiedene Arten von Massenkräften, die nachfolgend getrennt betrachtet werden.

In Fig. 4 sind die auf die Taumelscheibe 12 einwirkenden Massenkräfte als Folge der hin- und hergehenden Massen - also namentlich Kolben, Pleuelstange und ein jedem Kolben zugeordneter sektorförmiger Teil der Taumelscheibe 12 - mit A und B bezeichnet. Diese wirken parallel zur Richtung der Axe x, also in Richtung der Kolbenlängsachse. Dabei ist zu beachten, dass im vordern und hintern Bewegungsumkehrpunkt keine Beschleunigungs- oder Verzögerungskräfte auf den jeweiligen Kolben und damit auf die Taumelscheibe 12 einwirken. Auch in der Mitte des Kolbenhubes sind die Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte Null, da der Kolben auf der einen Hälfte des Kolbenhubes beschleunigt und auf der andern Hälfte verzögert wird, in der Mitte des Kolbenweges aber weder eine Beschleunigung noch eine Verzögerung stattfindet. Es sei angenommen, dass in Fig. 4 die Taumelscheibe 12 in ihrer einen Extremposition dargestellt sei. Es wird nachfolgend jeweils nur ein Kolben betrachtet. Vorerst sollen die Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte ermittelt werden, die vom Kolben 2a und den übrigen hin- und herbewegten Teilen auf die Taumelscheibe 12 ausgeübt werden, wenn die Taumelscheibe 12 eine Halbkreis-Bewegung ausführt, beginnend mit  $90^\circ$  vor der in Fig. 4 dargestellten Extremposition und endigend mit  $90^\circ$  nach dieser Position. Bei der ersten Vierteldrehung übt der Kolben 2a auf die Taumelscheibe eine an-schwellende und abschwelende Verzögerungskraft aus. Bei der

zweiten Vierteldrehung wirkt auf die Taumelscheibe von diesem Kolben 2a eine an- und abschwellende Beschleunigungskraft ein. Diese Massenkräfte wirken beide in Richtung des Pfeiles A. Beim diametral gegenüberliegenden Kolben 2b und den mit ihm hin- und hergehenden Teilen ist es gerade umgekehrt, indem dort die Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte bezüglich der Taumelscheibe 12 in Richtung des entgegengesetzt gerichteten Pfeiles B wirksam sind.

Somit entsteht an der Taumelscheibe 12 ein Drehmoment in Richtung des Pfeiles C. Dieses Drehmoment gilt es durch ein Gegendrehmoment aufzuheben. Dies wird erreicht durch das Anbringen von Ausgleichsmassen 28 und 34 an der Haube 26. Diese Ausgleichsmassen 28 und 34 sind zueinander axial versetzt. Bei einer Drehung der Haube 26 ergeben sich als Folge dieser Ausgleichsmassen 28, 34 Zentrifugalkräfte in Richtung des Pfeiles D und E und wegen ihres axialen Abstandes ergibt sich ein Drehmoment in Richtung des Pfeiles F, das also entgegengesetzt gerichtet ist zum Drehmoment C. Die Ausgleichsmassen 28 und 34, welche das Gegendrehmoment F erzeugen und ihr gegenseitiger Abstand werden so gewählt, dass sie das Drehmoment C genau auszugleichen vermögen. Diese Ausgleichsmassen 28, 34 werden auf der Haube 26 so angebracht, dass die Resultierende durch den Punkt P geht. In der in Fig. 4 dargestellten einen Extrem-lage der Taumelscheibe 12 befindet sich die Ausgleichsmasse 34 sowie die obere Hälfte der Taumelscheibe 12 auf der einen Seite einer durch den Punkt P rechtwinklig zur Axe x gelegten

Querebene T und die andere Ausgleichsmasse 28 sowie die untere Hälfte der Taumelscheibe 12 auf der andern Seite dieser Querebene T. Die sich aus mehreren gleichzeitig bewegten Kolben 2 ergebende Resultierende der hin- und hergehenden Massen jeder Kolbenhubhälfte befindet sich in einem radialen Abstand von der Axe x der geringer ist als der radiale Achsabstand der Kolben 2 von dieser Axe x aus Gründen der nicht konstanten, von Null answellenden und auf Null absinkenden Krafteinwirkung während einer Umdrehung.

Nachfolgend sollen an Hand von Fig. 5 die durch die Taumelscheibe 12 erzeugten Zentrifugalkräfte und der mit ihr schwingenden Massen, wie Kugelgelenk usw. und deren Ausgleich erläutert werden. Es sei angenommen, dass durch den Punkt P eine Querebene Z durch die Taumelscheibe 12 gelegt werde. Diese Querebene Z verläuft rechtwinklig zur Taumelscheiben-Längsaxe y und teilt die Taumelscheibe 12 in einen ersten Scheibenteil 12a und einen zweiten Scheibenteil 12b. Der stationäre Punkt P ist der Schnittpunkt der beiden Axen x und y. Bei einer Rotation der Welle 23 wirkt auf den ersten Scheibenteil 12a eine Zentrifugalkraft G ein, welche im Schwerpunkt M dieses Scheibenteiles 12a angreift, da dieser eine Kreisbewegung mit dem Radius a um die Axe x ausführt. Diese auf den Scheibenteil 12a einwirkende Zentrifugalkraft G kann durch eine gleich grosse Gegenkraft K ausgeglichen werden, die in der gleichen Ebene wirksam ist. Die an der Haube 26 anzubringende Ausgleichsmasse 28 ist somit unter Berücksichtigung des unterschiedlichen radialen Abstandes des Angriffspunktes von G und K von der Axe x entsprechend zu dimensionieren.



Aehnlich verhält es sich mit der auf den zweiten Scheibenteil 12b einwirkenden Zentrifugalkraft H, welche im Schwerpunkt N des Scheibenteiles 12b angreift. M und N befinden sich auf verschiedenen Seiten der Querebene Z und C und H sind in zueinander entgegengesetzten Richtungen wirksam. Der Schwerpunkt N des Scheibenteiles 12b dreht sich um einen Kreis mit dem Radius b. Um diese Zentrifugalkraft H des zweiten Scheibenteiles 12b auszugleichen, wird an der Haube 26 eine Ausgleichsmasse 39 angebracht, welche in der gleichen Ebene wie H eine entgegengesetzte Zentrifugalkraft J erzeugt, sodass sich diese Kräfte in ihrer Wirkung auf die Maschine gegenseitig aufheben.

Da sich die Ausgleichsmassen 34 und 39 einerseits und die Ausgleichsmassen 28 und 38 andererseits auf diametral gegenüberliegenden Seiten befinden, besteht die Möglichkeit, die sich jeweils auf einer Seite befindlichen Ausgleichsmassen zu einer resultierenden Ausgleichsmasse zusammenzufassen.

Es ist möglich, durch konstruktive Massnahmen den für die Zentrifugalkraft wirksamen Gewichtsanteil des Scheibenteiles 12b klein zu machen, im Vergleich zum Scheibenteil 12a, sodass er praktisch vernachlässigt werden kann.

Aus Gründen der bessern Anschaulichkeit wurden positive Ausgleichsmassen 28, 34, 38, 39 als auf die Haube 26 aufgesetzte Gewichtsteile dargestellt und erläutert. Die gleiche Wirkung kann durch diametral gegenüberliegende negative Ausgleichsmassen erreicht werden, z. B. durch Ausfräsungen in der

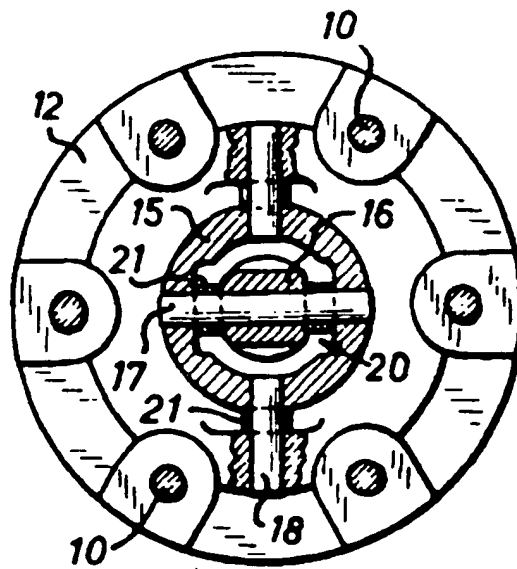
Haube. In diesem Sinne sollen auch in den Ansprüchen die Ausdrücke "Ausgleichskräfte" und "Ausgleichsmassen" stets als positive oder negative Werte verstanden sein.

Eine Variante besteht darin, die Welle 23 abgekröpft auszubilden und den abgekröpften Wellenteil, der in Richtung der Achse y ragt in Eingriff mit der Taumelscheibe 12 zu bringen.

In Fig. 6 ist eine Ausführungsvariante mit einer Schrägscheibe 42 an Stelle einer Taumelscheibe 12 dargestellt. Die Schrägscheibe 42 ist mit der Welle 23 starr verbunden. Die Kolbenstangen 3 sind mit den Kolben 2 starr verbunden und liegen mit ihrem einen Ende gegen die Schrägscheibe 42 an. Die Schrägscheibe 42 ist durch Ausgleichsmassen 44, 45 dynamisch ausgewuchtet, welche den Massen 38, 39 in Fig. 5 entsprechen. Daneben sind auf der Haube 26 Ausgleichsmassen 28, 34 enthalten, welche dem Ausgleich der hin- und herbewegten Massenkräften dienen, wie dies im Zusammenhang mit Fig. 4 erläutert wurde.

Es ist möglich, die Ausgleichsmassen 28, 34 statt auf der Haube, direkt auf der Taumelscheibe anzubringen.

An Stelle einer umlaufenden Welle 23 und einem stationären Zylinderblock 1 ist auch die kinematische Umkehrung möglich, sodass die Welle 23 still steht und der Zylinderblock 1 bzw. das Gehäuse rotiert.

*Fig. 3*

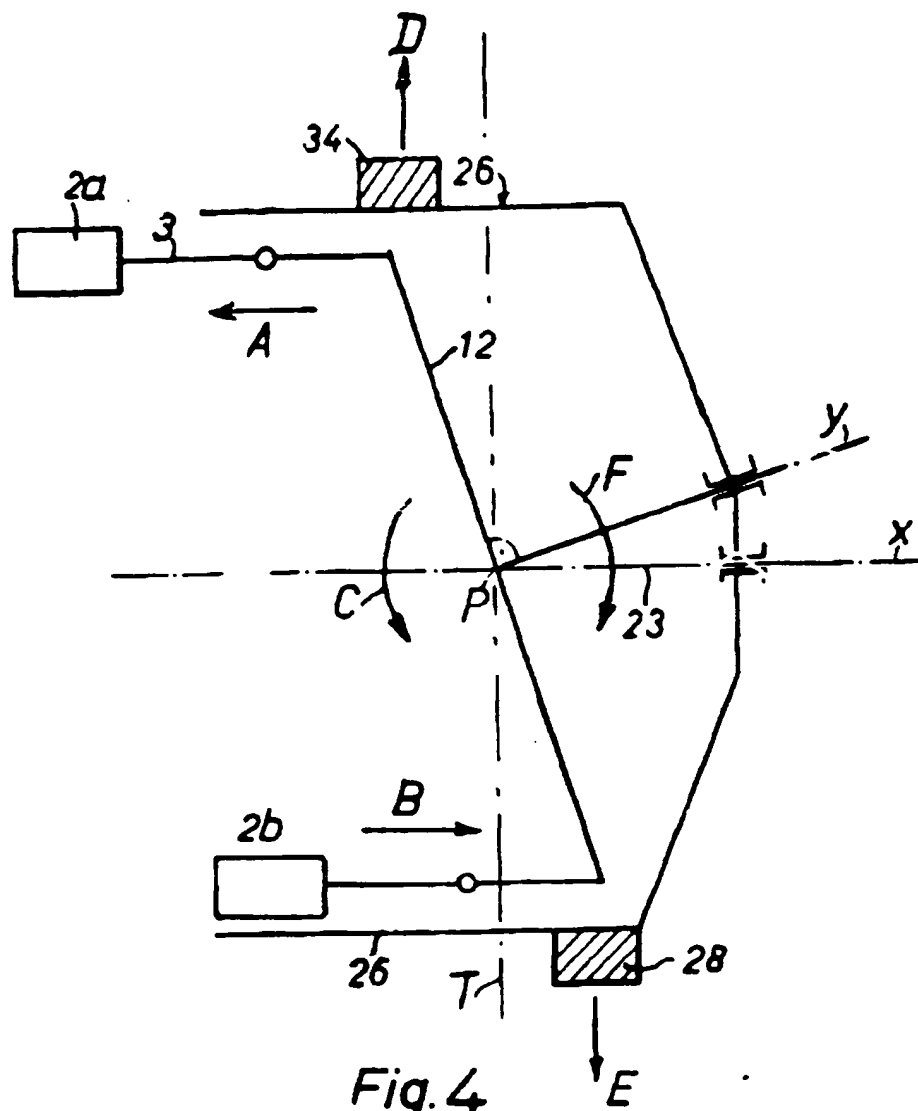


Fig. 4



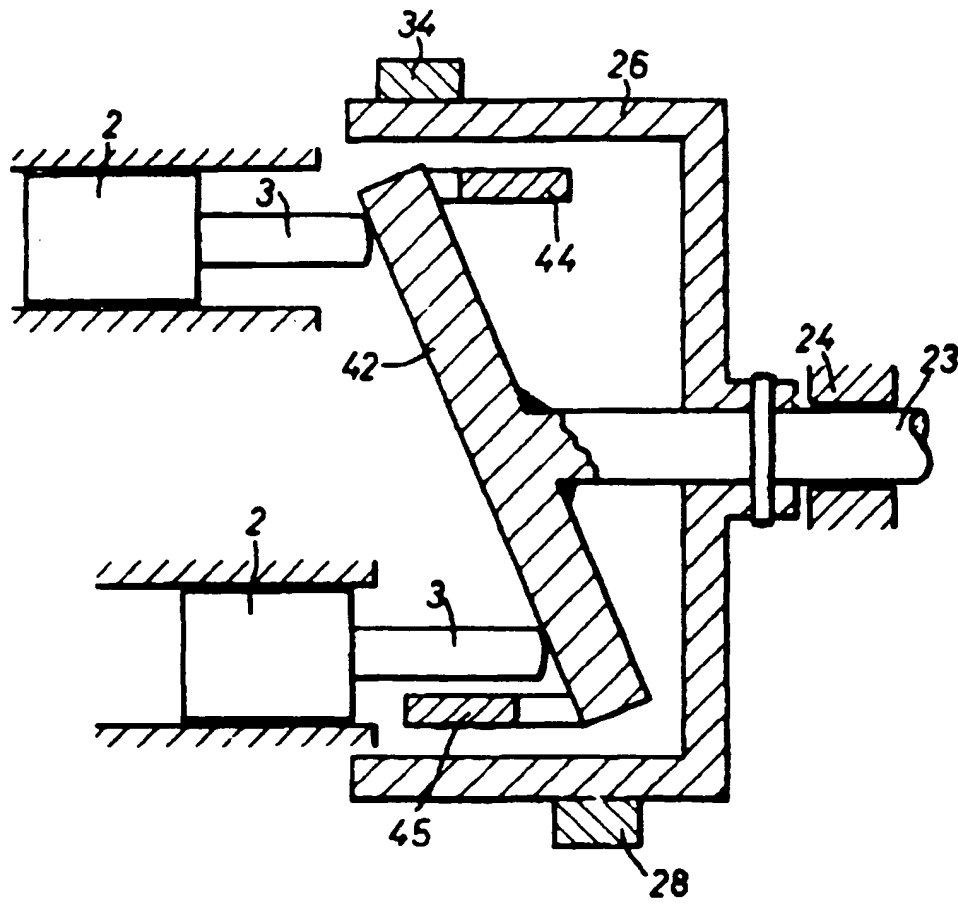
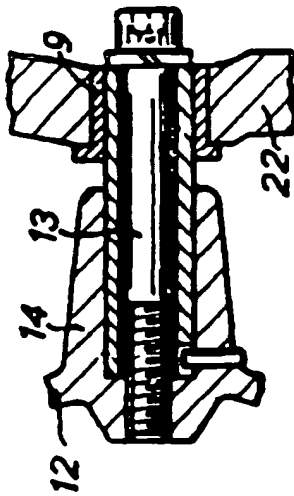
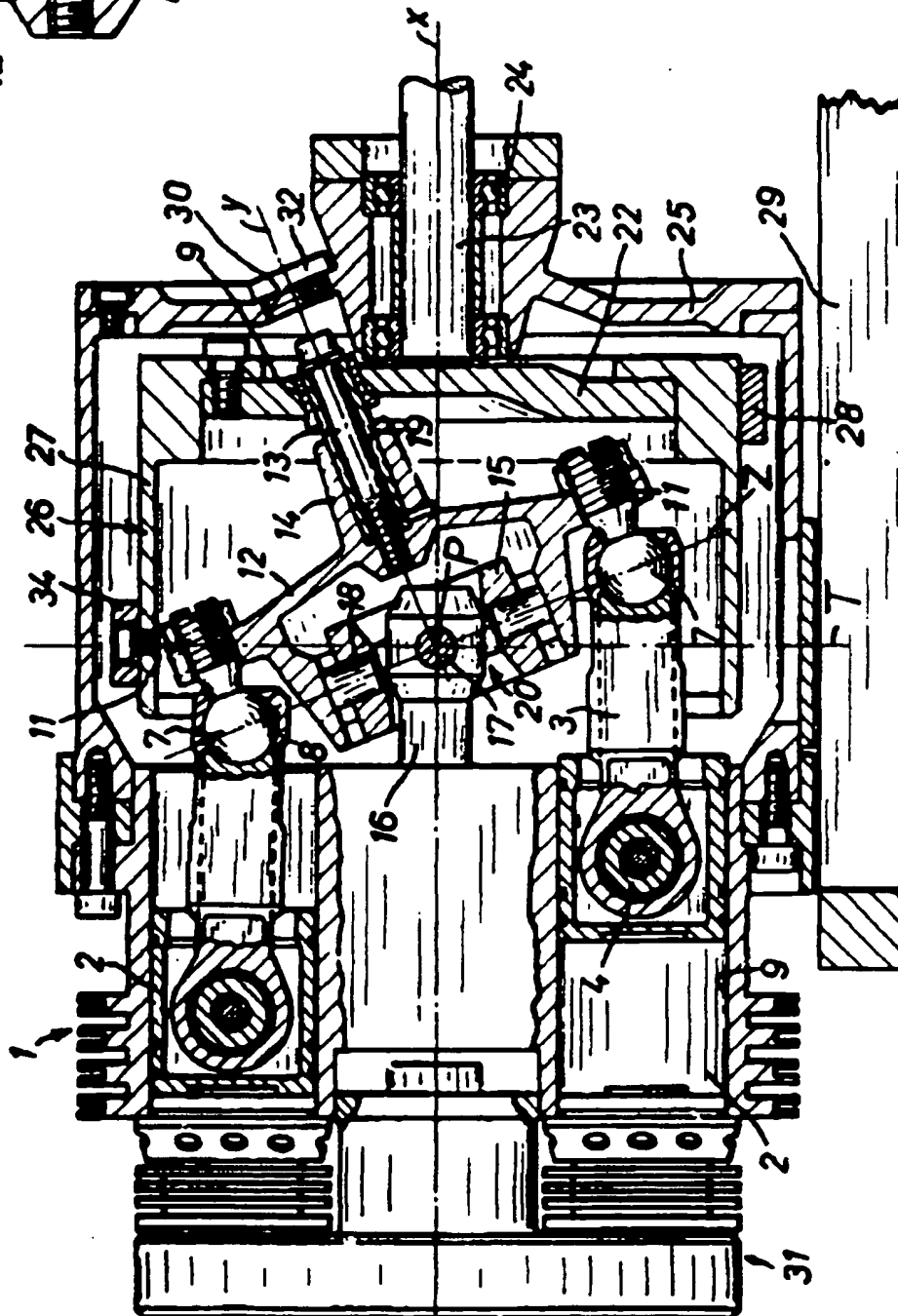


Fig. 6



**Fig. 2**



**Fig. 1**

**This Page Blank (uspto)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**